SNI 04-0919-1989

Standar Nasional Indonesia

Transformator distribusi terendam minyak bertegangan pengenal primer tunggal sampai dengan 24 kV

ICS 29.180

Badan Standardisasi Nasional

UDC. 621.314/.16

TRANSFORMATOR DISTRIBUSI TERENDAM MINYAK BERTEGANGAN PENGENAL PRIMER TUNGGAL SAMPAI DENGAN 24 kV

SII. 1131 - 84

REPUBLIK INDONESIA
DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN

TRANSFORMATOR DISTRIBUSI TERENDAM MINYAK BERTEGANGAN PENGENAL PRIMER TUNGGAL SAMPAI DENGAN 24 kV

1. RUANG LINGKUP

Standar ini meliputi definisi, klasifikasi, spesifikasi teknis, syarat bahan/syarat konstruksi, syarat mutu, pengujian dan syarat penandaan untuk transformator distribusi terendam minyak (Oil Immersed) bertegangan pengenal primer tunggal sampai dengan 24 kV.
Standar ini berlaku untuk transformator distribusi tiga fasa.

2. DEFINISI

2.1. Frekuensi pengenal adalah frekuensi yang direncanakan pada transformator.

2.2. Tegangan pengenal adalah nilai efektif tegangan terminal dari kumparan primer dan kumparan sekunder, yang tercatat pada papan nama.

2.2.1. Tegangan pengenal primer adalah nilai tegangan pengenal bagi terminal kumparan yang direncanakan bekerja sebagai kumparan primer.

2.2.2. Tegangan pengenal sekunder adalah nilai tegangan pengenal bagi terminal kumparan sekunder.

2.3. Kapasitas pengenal adalah daya buta (apparent power) yang tercatat pada papan nama yang diperoleh dari terminal sekunder pada tegangan pengenal sekunder, frekuensi pengenal, faktor daya pengenal tanpa melebihi batas kenaikan suhu yang ditentukan dalam standar ini. Kapasitas pengenal dinyatakan dalam kVA atau MVA.

2.4. Arus pengenal primer adalah nilai efektif arus yang dihitung dari kapasitas pengenal dan tegangan pengenal primer.

2.5. Arus pengenal sekunder adalah nilai efektif arus yang dihitung dari kapasitas pengenal dan tegangan pengenal sekunder.

2.6. Tegangan penyadapan adalah nilai efektif dari tegangan terminal pada penyadapan kumparan, yang tercatat pada papan nama.

2.6.1. Tegangan penyadapan kapasitas penuh adalah tegangan-tegangan penyadapan dimana transformator bekerja pada kapasitas pengenal tanpa melampaui batas kenaikan suhu yang ditentukan.

2.6.2. Tegangan penyadapan kapasitas berkurang adalah tegangan-tegangan penyadapan dimana transformator bekerja di bawah kapasitas pengenal tanpa melampaui batas kenaikan suhu yang ditentukan.

2.7. Arus tanpa beban adalah nilai efektif dari arus yang mengalir pada kumparan bilamana tegangan pengenal dan frekuensi pengenal diberikan pada kumparan itu dan kumparan lainnya terbuka. Arus tanpa beban ditentukan dengan persentase (%) terhadap arus pengenal pada kumparan tersebut.

2.8. Rugi-rugi tanpa beban adalah rugi-rugi yang terjadi bilamana tegangan pengenal pada frekuensi pengenal dioperasikan pada salah satu kumparan dan kumparan-kumparan lainnya terbuka.

2.9 Perbandingan transformasi yang direncanakan adalah perbandingan dari tegangan yang tercantum pada papan nama yang ditunjukkan dengan pengambilan tegangan pengenal terendah sebagai acuan.

2.10. Rugi-rugi beban adalah rugi-rugi yang terjadi pada kumparan yang ditimbulkan oleh arus listrik, bilamana tegangan dengan frekuensi pengenal dikenakan pada salah satu kumparan, sedang kumparan-kumparan lainnya dihubung-singkat, rugi-rugi beban dinyatakan dengan nilai yang dikonversikan pada suhu 75 °C.

2.11. Perbandingan transformasi adalah perbandingan dari tegangan terminal antara dua kumparan, pada keadaan tanpa beban yang ditunjukkan dengan pengambilan tegangan pengenal terendah sebagai acuan.

2.12. Tegangan impedansi adalah tegangan pada terminal pada saat dilakukan pengukuran rugi beban yang berkaitan dengan kapasitas pengenal.
Nilai tegangan impedansi perlu dikonversikan kepada suhu kumparan 75 °C dan dinyatakan dalam persentase (%) terhadap tegangan pengenal.

2.13. Pengatur tegangan adalah perbedaan antara tegangan pengenal dari suatu kumparan dengan tegangan yang timbul pada kondisi beban dan faktor daya tertentu, bilamana tegangan yang diberikan pada salah satu kumparan lainnya bernilai pengenal. Pengaturan tegangan dinyatakan sebagai persentase terhadap tegangan pengenal kumparan semula.

2.14. Efesiensi adalah perbandingan antara daya efektif yang dihasilkan terhadap jumlah dari daya efektif yang dihasilkan dan jumlah rugi-rugi pada tegangan pengenal sekunder dan frekuensi pengenal. Dinyatakan dalam persentase (%).

2.15. Kenaikan suhu adalah perbedaan antara suhu yang diukur pada bagian yang tertentu dari transformator terhadap suhu keliling.

2.16. Tegangan terapan adalah tegangan yang diterapkan kepada transformator yang diuji, dengan bentuk gelombang mendekati sinus pada frekuensi 50 Hz, untuk jangka waktu 1 menit, dalam rangka uji tegangan terapan.

3. KLASIFIKASI

Transformator distribusi dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

3.1. Ditinjau dari jumlah phasa
   a. Phasa tunggal
   b. Phasa tiga

3.2. Ditinjau dari segi penggunaan dan pemasangan
   a. Transformator pemasangan luar
   b. Transformator pemasangan dalam

3.3. Ditinjau dari segi jumlah kumparan dalam transformator
   a. Transformator berkumparan tunggal
   b. Transformator berkumparan ganda
   c. Transformator berkumparan jamak.

4. SPESIFIKASI TEKNIS

Spesifikasi teknis ini ditetapkan untuk menyesuaikan persyaratan teknis sistem jaringan distribusi listrik di Indonesia.
Spesifikasi teknis ini berlaku untuk kondisi-kondisi sebagai berikut:

— Suhu keliling tertinggi : 40 °C
— Suhu rata-rata harian : 30 °C
— Suhu rata-rata tahunan : 25,5 °C
— Ketinggian di atas permukaan laut: tidak melampaui 1000 meter.

Spesifikasi teknis dikelompokkan sebagai berikut:

1. Frekuensi pengenal
2. Daya pengenal
3. Tegangan pengenal
4. Tingkat Isolasi Dasar (T.I.D)
5. Penyadapan
6. Kelompok vektor

4.1. Frekuensi Pengenal

Frekuensi pengenal dari transformator distribusi dirancang bangun untuk beroperasi pada frekuensi 50 Hz.

4.2. Daya Pengenal

Nilai daya pengenal transformator distribusi ditetapkan sebagai berikut:

5 kVA	160 kVA
6,3 kVA	200 kVA
8 kVA	250 kVA
10 kVA	315 kVA
12,5 kVA	400 kVA
15 kVA	500 kVA
16 kVA	630 kVA
20 kVA	800 kVA
25 kVA	1.000 kVA
50 kVA	1.250 kVA
100 kVA	1.600 kVA

4.3. Tegangan Pengenal

Tegangan pengenal ditetapkan berdasarkan ketentuan sistem tegangan jaringan distribusi yang berlaku di Indonesia saat ini yaitu:

— Tegangan pengenal primer : 6 kV
— Tegangan pengenal primer : 20 kV
— Tegangan pengenal primer : $20/\sqrt{3}$ kV
— Tegangan pengenal sekunder : 231 Volt
— Tegangan pengenal sekunder : 400 Volt

4.4. Tingkat Isolasi Dasar (T.I.D.)

Tingkat isolasi dasar bagi transformator distribusi ditetapkan sesuai dengan Tabel I.

Tabel I
Tegangan Maksimum, Tegangan Terapan dan Tegangan Impulsi untuk Tingkat Isolasi Dasar.

Tegangan Pengenal, (kV)	Tegangan Maksimum (Kelas Isolasi listrik), (kV).	Tegangan Terapan, (kV)	Tegangan Impulsi (Tingkat Isolasi Dasar) (kV)
6	7,2	20	60
12	12	28	75
20	24	50	125

4.5. Penyadapan

Penyadapan dilakukan dengan pengubah-sadapan (komutator) pada keadaan tanpa beban pada sisi tegangan tinggi. Sedangkan nilai tegangan sadapan merupakan nilai yang bersesuaian dengan besaran-besaran listrik, arus tegangan dan daya.

— Jenis penyadapan ditentukan sebagai berikut:

a. Sadapan tanpa beban lima langkah dengan perubahan terhadap nilai nominal sebesar : – 5%, 0, + 5 %.

b. Sadapan tanpa beban lima langkah dengan perubahan terhadap nilai nominal sebesar : – 5 %, – 2½ %, 0, + 2½ % + 5 %.

c. Sadapan tanpa beban lima langkah yang disesuaikan khusus untuk kondisi jaringan listrik tertentu sebagai berikut: 23 kV, 22 kV, 21 kV, 20 kV, 19 kV.

— Metode penyadapan ditetapkan dengan "Pengaturan Ganda" (Mixed regulation — MR) yaitu tegangan pada sisi tegangan rendah dalam kondisi tanpa beban, berubah sesuai dengan perubahan yang dilakukan dengan langkah sadapan pada sisi tegangan tinggi.

— Batasan atas besaran nilai sedapan adalah ± 5 % untuk penyadapan kapasitas penuh.

4.6. Kelompok Vektor

4.6.1. Hubungan dari kumparan-kumparan fasa

Hubungan bintang, delta, atau zigzag dari kumparan fasa dari sebuah transformator tiga fasa dinyatakan dengan huruf besar Y, D, atau Z untuk kumparan tegangan tinggi dan huruf kecil y.d,z untuk kumparan rendah dan menegah (intermediate).

Apabila titik netral dari sebuah hubungan bintang dan zigzag dikeluarkan, notasi menjadi YN atau ZN untuk kumparan tegangan tinggi dan yn atau zn untuk kumparan tegangan rendah dan menengah (intermediate).

Untuk kumparan tertier notasi ditulis dalam huruf kecil didalam tanda kurung.

4.6.2. Kelompok vektor ditetapkan sebagai terlihat pada Tabel II.

Tabel II
Kelompok Vektor

No.	Penjelasan	Simbol
1.	Tiga fasa untuk kapasitas lebih kecil dari 200 kVA dengan netral sekunder dikeluarkan.	Y zn 5
2.	Tiga fasa dengan kapasitas lebih besar dari 200 kVA dengan netral sekunder dikeluarkan.	D yn 5

Catatan:

Notasi angka menyatakan perbedaan sudut fasa antara vektor tegangan sekunder dengan vektor tegangan primer, dinyatakan dengan jam, dimana vektor tegangan tinggi diambil sebagai acuan.

5. SYARAT BAHAN/SYARAT KONSTRUKSI

Transformator dirancang dari komponen dan bahan baku yang sama sekali baru dan bermutu baik, dan memenuhi persyaratan-persyaratan tersebut di bawah ini :

5.1. Kumparan

Kumparan terbuat dari tembaga berkonduktivitas tinggi.
Untuk tegangan menengah dipakai kawat tembaga berisolasi enamel jenis PVF dan untuk tegangan rendah dipakai kawat tembaga berisolasi kertas. Bentuk lilitan adalah konsentris dimana lilitan tegangan tinggi disebelah luar, sedang lilitan tegangan rendah disebelah dalam.

5.2. Isolasi dari Kumparan

Isolasi dari kumparan ditetapkan minimum Klas A sesuai dengan SII. 1045 – 84, *Klasifikasi Bahan Isolasi untuk Mesin dan Peralatan Listrik.*

5.3. Inti Magnetik

Inti magnetik terbuat dari besi silikon jenis grain oriented (Grain Oriented Silicon Steel Sheet) dengan metode penyambungan bersilang lapis (Interleaved) dan atau metode gulung (Wound core) untuk membentuk rangkaian magnetis tertutup, satu dan lainnya agar dapat mengurangi rugi besi, arus beban nol dan mengurangi getaran/tingkat kebisingan.

5.4. Tangki Transformator

Tangki transformator terbuat dari lembaran baja yang kuat dari jenis:

– Canai panas, sesuai dengan SII. 0876 – 83, *Baja Canai Panas untuk Konstruksi Umum.*
– Canai dingin, sesuai dengan standar yang berlaku.
– Lapis seng elektrolitik, sesuai dengan SII. 0885 – 83, *Baja Lembaran Lapis Seng Elektrolitik.*

Penyambungan dilakukan dengan pengelasan sesuai dengan norma-norma yang berlaku dan konstruksinya sedemikian rupa sehingga tidak dimungkinkan terjadi kebocoran minyak transformator (Oil leakage).

5.5. Alat Pendingin Transformator

Untuk pendinginan transformator digunakan radiator atau sirip yang penyambungannya dengan tangki dilakukan dengan las. Radiator dan sirip terbuat dari pelat baja tipis, sehingga mampu menyesuaikan diri terhadap pemuaian minyak dan perubahan suhu. Konstruksi radiator dan sirip sedemikian rupa sehingga tidak dimungkinkan terjadi kebocoran minyak transformator. Minyak transformator ditetapkan menggunakan jenis sesuai dengan ketentuan yang berlaku, dan sebelum dipakai, perlu diuji kekuatan dielektrisnya berdasarkan standar yang berlaku.

5.6. Pengecatan Transformator

Sebelum pengecatan, tangki dan radiator/sirip transformator perlu diproses anti karat (derusting), anti lemak (degreasing) dan di fosfatkan (phosphating) dengan metode proses kimia (chemical treatment) atau metode shot blasting (Penyemprotan permukaan yang diproses tersebut dengan peluru-peluru baja pada tekanan tinggi).

Pengecatan dilakukan mula-mula dengan cat dasar yang anti karat (Rust Preventive primary coat), disusul dengan cat permukaan yang kedap air (Water proof coat).

Persyaratan mutu pengecatan transformator sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

5.7. **P a k i n g**

Karet paking yang digunakan pada transformator adalah dari jenis karet sintetis yang berkualitas baik sehingga menghindari kemungkinan terjadi kebocoran minyak.

5.8. **B u s h i n g**

Bushing tegangan menengah dibuat dari porselen atau damar sintetis (Synthetic Resin), sedang tegangan rendah untuk arus sampai dengan 630 A, digunakan porselen, untuk arus di atas 630 A dapat digunakan porselen dan damar sintetis. Terminal yang terdapat di atas bushing terbuat dari tembaga murni berbentuk klem atau passe bar.

5.9. **Perakitan Inti Magnetis dengan Kumparan**

Perakitan inti magnetis dengan kumparan harus dilakukan dengan kompak dan kuat, khususnya pada intinya dihindari pemasangan mur-baut, sehingga tingkat kebisingan dapat dibatasi seperti Tabel III, di samping itu inti transformator harus dilengkapi dengan kuping pengangkat agar mudah diangkat dalam pemeliharaan.

Tabel III
Tingkat Kebisingan

Daya Pengenal kVA	Tingkat bising dalam dB (A) pada jarak 3 M hemisfer
25	30
50	34
100	38
160	41
200	42
250	44
315	46
400	47
630	49

5.10. **Kayu untuk Pondasi Kumparan**

Kayu yang dipakai untuk pondasi kumparan harus kayu jati yang telah mengalami proses pengeringan sehingga kadar air yang terdapat pada kayu tersebut kurang dari 10 %.

5.11. **Baut Pentanahan**

Baut pentahanan terbuat dari tembaga atau kuningan.

5.12. **Titik Netral**

Pada transformator di mana titik netralnya dikeluarkan, maka ukuran penampang konduktor titik netral harus dirancang sedemikian sehingga tidak akan menimbulkan kenaikan suhu pada transformator yang melebihi ketentuan pada Tabel IV.

5.13. **Jarak Antara Bagian Bertegangan**

Jarak antara bagian yang bertegangan harus memenuhi ketentuan yang berlaku.

5.14. **Alat-alat Pelengkap Transformator**

Alat-alat pelengkap yang terpasang atau disertakan pada tiap transformator sekurang-kurangnya terdiri dari:

1. Roda yang dipasang pada alas, kecuali untuk transformator tiang.
2. Lubang pengisi minyak.
3. Lubang penguras minyak
4. Terminal hubungan tanah
5. Kantong termometer
6. Gelas penduga permukaan minyak
7. Kuping pengangkat.
8. Papan nama dan spesifikasi.

Alat pelengkap tambahan, dapat disertakan atas permintaan, antara lain :

9. Konservator
10. Tabung Silicagel
11. Termometer tanpa kontak
12. Termometer dengan kontak
13. Relai Bucholz
14. Bushing tegangan menengah yang dapat ditarik
15. Kotak terminal tegangan rendah.

6. SYARAT MUTU

Keandalan dari suatu transformator distribusi harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

6.1. **Arus Beban Nol**

Arus beban nol transformator apabila diukur sesuai dengan mata uji pada Tabel VI, butir 4, harus sesuai dengan nilai pada Tabel IV, dengan tolerasi sesuai dengan Tabel V butir 4.

6.2. **Rugi-rugi tanpa Beban**

Rugi-rugi tanpa beban dari transformator apabila diukur sesuai dengan mata uji Tabel VI, butir 4, harus sesuai dengan nilai pada Tabel IV, dengan toleransi sesuai dengan Tabel V butir 1.

6.3. Tegangan Impedansi

Nilai tegangan impedansi pada transformator, apabila diukur sesuai dengan mata uji pada Tabel VI, butir 3, harus sesuai dengan nilai pada Tabel IV, dedengan toleransi sesuai dengan Tabel V, butir 3.

6.4. Rugi-rugi Beban

Nilai rugi-rugi beban dari transformator, apabila diukur sesuai dengan mata uji pada Tabel VI, butir 3, harus sesuai dengan nilai-nilai pada Tabel IV, dengan toleransi sesuai dengan Tabel V, butir 1.

6.5. Perbandingan Transformasi

Perbandingan transformasi dari transformator, apabila diukur sesuai dengan mata uji pada Tabel VI, butir 2, harus memenuhi toleransi yang nilai-nilainya sesuai dengan Tabel V, butir 2.

6.6. Pengaturan Tegangan

Pengatur tegangan harus sesuai dengan angka yang disebut dalam Tabel IV, apabila dihitung dengan rumus:

— Untuk faktor daya = 1

Pengaturan Tegangan =

$$\frac{(\text{Tegangan Impedansi})^2}{200} + \frac{\text{rugi beban}}{10 \times \text{daya pengenal}}$$

dimana :

Pengaturan tegangan (%)
Tegangan Impedansi (%)
Rugi beban (watt)
Daya pengenal (kVA)

— untuk faktor daya = 0,8

Pengaturan Tegangan =

$$q_r \operatorname{Cos} \phi + q_x \operatorname{Sin} \phi + \frac{(q_x \operatorname{Cos} \phi - q_n \operatorname{Sin} \phi)^2}{200}$$

dimana :

q_r = Rugi tegangan yang ditimbulkan oleh hambatan (Resistance),
— untuk transformator tiga fasa dihitung

$$q_r = \frac{P_{75}}{\sqrt{3}E.\ I} \times 100$$

q_x = Rugi tegangan yang ditimbulkan oleh Reaktansi

$$= \frac{E_x}{E} \times 100$$

P_{75} = Rugi-rugi beban dinyatakan dengan nilai yang dikonversikan pada suhu 75 °C (W)

E = Tegangan pengenal primer (V)

I = Arus pengenal primer (A)

— untuk transformator tiga fasa dihitung =

$$\frac{\text{Daya pengenal}}{\text{Tegangan pengenal Primer}} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times 1000$$

E_x = Tegangan Reaktansi (V)

— untuk transformator tiga fasa dihitung =

$$E_x = \sqrt{E_z^2 - \left(\frac{P_t}{\sqrt{3} \cdot I}\right)^2}$$

E_z = Tegangan Impedansi, yakni tegangan antara terminal primer apabila P_t di ukur, (V)

P_t = Rugi beban diperhitungkan kepada daya pengenal pada suhu t °C (W).

6.7. Efesiensi

Efesiensi harus sesuai dengan nilai dalam Tabel IV yang dihitung dengan rumus:

$$\text{Efesiensi} = \frac{\text{Daya Efektif yang dihasilkan}}{\text{Daya efektif yang dihasilkan + jumlah rugi-rugi}} \times 100\ \%.$$

6.8. Kenaikan Suhu

Kenaikan suhu tidak diperbolehkan melebihi angka yang tertera dalam Tabel IV, apabila diuji dengan mata uji pada Tabel VI butir 8.

6.9. Pengujian Tegangan Terapan

Transformator harus tahan terhadap tegangan terapan yang nilainya tertera padaTabel I apabila diuji dengan mata uji pada Tabel VI.

6.10 Tegangan Induksi Berfrekuensi Tinggi

Transformator harus dapat bertahan (tidak tembus) terhadap tegangan induksi berfrekuensi tinggi yang nilainya tertera pada Tabel IV apabila diuji dengan mata uji pada Tabel VI butir 7.

6.11 Tegangan Impulsi

Transformator harus mempunyai kekuatan dielektrik cukup sehingga dapat bertahan terhadap tegangan impulsi yang nilainya tertera dalam Tabel I dan diuji sesuai dengan mata uji pada Tabel VI butir 5.

6.12. Kekuatan Mekanis dan Termal pada Keadaan Hubung Singkat.

Transformator dalam kondisi operasi normal, harus dapat bertahan terhahadap akibat yang ditimbulkan oleh mengalirnya arus hubung singkat selalama dua detik, sebesar:

$$\frac{100 \times \text{Arus pengenal}}{\text{Tegangan Impedansi}}$$

Tabel V
Spesifikasi Transformator Tiga FASA

URAIAN	SATUAN	SPESIFIKASI ***)												
Daya pengenal	kVA	50	100	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600
Jumlah fasa	–	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Frekuensi pengenal	Hz	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	40	50
Tegangan primer pengenal **)	kV													
Tegangan sekunder pengenal (beban nol)	kV	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Kelompok vektor	–	Yzn 5	Yzn 5	Yzn 5	Dyn 5	Dyn 5	Dyn 5	Dyn 5	Dyn 5	Dyn 5	Dyn 5	Dyn 5	Dyn 5	Dyn 5
Tegangan Uji Impuls, Tegangan uji Terapan, Kelas isolasi: lihat Tabel I														
Kenaikan suhu maksimum tembaga	°C	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Kenaikan suhu maksimum minyak	°C	55 *)	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Cara pendinginan ****)	–													
Penyadapan primer	%	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5
Impedans	%	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4,5	5	5,5	6
Rugi besi	watt	190	320	460	550	850	770	930	1100	1300	1950	2300	2700	3300
Rugi tembaga pada beban pengenal	watt	1100	1750	2360	2850	3250	3900	4600	5500	6500	10200	12100	15000	18100
Arus beban nol	%	2,8	2,5	2,3	2,2	2,1	2	1,9	1,9	1,8	2,5	2,4	2,7	2
Efisiensi pada 75 °C	–													
Faktor daya 1.0 beban 100%	–	97,48	97,97	98,27	98,32	98,46	98,54	98,64	98,70	98,78	98,50	98,50	98,60	98,68
beban 75%	–	97,89	98,29	98,54	98,58	98,70	98,76	98,84	98,89	98,96	98,73	98,00	98,82	98,89
beban 50%	–	98,17	98,51	98,71	98,75	98,84	98,90	98,97	99,02	99,08	90,09	90,95	98,98	99,03
beban 25%	–	97,97	98,31	98,51	98,56	98,65	98,72	98,79	98,86	98,93	98,72	98,79	98,85	98,98
Faktor daya 0,8 beban 100%	–	96,98	97,48	97,86	97,92	98,09	98,18	98,30	98,30	98,48	98,14	98,23	98,26	98,36
beban 75%	–	97,39	97,87	98,18	98,24	98,38	98,46	98,56	98,62	98,71	98,42	98,51	98,54	98,62
beban 50%	–	97,73	98,14	98,39	98,45	98,56	98,63	98,72	98,78	98,85	98,61	98,69	98,73	98,79
beban 25%	–	97,47	97,90	98,14	98,21	98,32	98,42	98,50	98,58	98,66	98,41	98,50	98,57	98,63
Pengaturan pada beban penuh														
faktor daya 0,8	%	5,77	3,58	3,43	3,41	3,33	3,30	3,25	3,22	3,17	3,65	3,93	4,25	4,52
faktor daya 1,0	%	2,26	1,81	1,54	1,49	1,37	1,31	1,22	1,17	1,11	1,37	1,33	1,34	1,30

*) Untuk transformator yang tidak dilengkapi konservator atau tidak tertutup rapat (sealed) dan 60°C untuk yang dilengkapi konservator atau tertutup-rapat (Publikasi IEC 76 - 2 (1976) Tabel IV.

**) Tegangan primer pengenal adalah 6 kV, 20 kV 23 kV, 20/$\sqrt{3}$ kV.

***) Nilai-nilai toleransi pada tabel ini lihat IEC publikasi 76.

****) ONAN – Oil Natural, Air Natural

Tabel V
Toleransi

No.	Uraian	Nilai Toleransi
1.	a) Rugi total	+ 1/10 dari rugi total yang ditentukan
	b) Rugi tanpa beban	+ 1/7 dari rugi tanpa beban, asalkan toleransi dari rugi total tidak dilampaui.
	c) Rugi beban	+ 1/7 dari rugi tanpa beban, asalkan toleransi dari rugi total tidak dilampaui.
2.	Perbandingan transformasi : pada sadapan utama (Principal Tapping) Catatan: Toleransi pada sadapan-sadapan lain tergantung pada persetujuan antara pembeli dengan pabrikan.	Nilai toleransi diambil yang terendah dari kedua nilai tersebut di bawah: (1) ± 1/200 (0,5 %) dari perbandingan transformasi yang ditentukan. (2) 1/10 (10 %) dari nilai tegangan impedansi pada arus pengenal dikalikan kepada nilai perbandingan transformasi.
3.	Tegangan impedansi — pada sadapan utama (tegangan impedansi pada arus pengenal) *)	± 1/10 dari tegangan impendansi yang ditentukan pada sadapan tersebut.
4.	Arus tanpa beban	+ 3/10 dari arus tanpa beban yang ditentukan

*) Transformator kumparan ganda

7. PENGUJIAN

Pengujian dilakukan sesuai dengan ketentuan dalam Tabel VI

Tabel VI
Pengujian Listrik Transformator Distribusi

No.	Macam Pengujian	Tarap Pengujian	Spesifikasi pengujian
1.	Pengukuran tahanan lilitan	J C R	sesuai dengan standar yang berlaku.
2.	Pengukuran perbandingan transformasi dan pemeriksaan hubungan vektor tegangan.	J C R	—"—
3.	Pengukuran tegangan impedansi (penyadapan utama), impedansi hubungan-singkat dan rugi beban.	J C R	—"—
4.	Pengukuran arus dan rugi pada beban nol.	J C R	—"—
5.	Uji tegangan Impulsi	J	—"—
6.	Uji tegangan terapan	J C R	—"—
7.	Uji tegangan induksi frekuensi tinggi.	J C R	—"—
8.	Uji kenaikan suhu	J	—"—
9.	Pengukuran impedansi urutan nol pada transformator.	K	—"—
10.	Uji hubung singkat	K	—"—
11.	Pengukuran tingkat bunyi akustik.	K	—"—
12.	Pengukuran harmonik pada arus beban nol.	K	—"—
13.	Uji kebocoran mekanik	J C R	—"—

Keterangan:

R = Pengujian rutin dilakukan pada setiap transformator dalam pabrik.

C = Pengujian contoh, dilakukan hanya terhadap sebagian dari setiap penyerahan.

J = Pengujian jenis, dilakukan terhadap sebuah transformator yang mewakili transformator lainnya yang sejenis, dan dilakukan hanya 1 (satu) kali selama tidak mengalami perubahan-perubahan bentuk, komponen bahan dan lian-lain yang dianggap menyimpangan dari pengujian jenis pertama.

K = Pengujian khusus dilaksanakan atas persetujuan antara pembeli dan penjual.

Catatan:

Apabila sebuah transformator telah mengalami uji dielektris lengkap dengan rangka uji contoh berdasarkan butir 7.5, 7.6, 7.7. (Tabel VI) dan pengujian di atas akan diulangi, maka tegangan uji perlu diturunkan dari tegangan semula asalkan isolasi dalam transformator tidak mengalami perubahan.

8. SYARAT LULUS UJI

8.1. Uji Jenis

Transformator dinyatakan lulus uji jenis apabila dapat lulus pada semua butir uji pada Tabel VI (notasi J).

8.2. Uji Contoh

Transformator dinyatakan lulus uji contoh apabila dapat lulus paαa semua butir uji pada Tabel VI (notasi C).
Penentuan jumlah contoh serta syarat untuk penerimaan barang berdasarkan permufakatan antara penjual dan pembeli.

8.3. Uji Khusus

Transformator dinyatakan lulus uji khusus **apabila dapat** lulus **pada semua** butir uji Tabel VI (notasi K).

9. SYARAT PENANDAAN

9.1. Penandaan pada Papan Nama

Papan nama untuk transformator paling sedikit harus mencantumkan sebagai berikut:

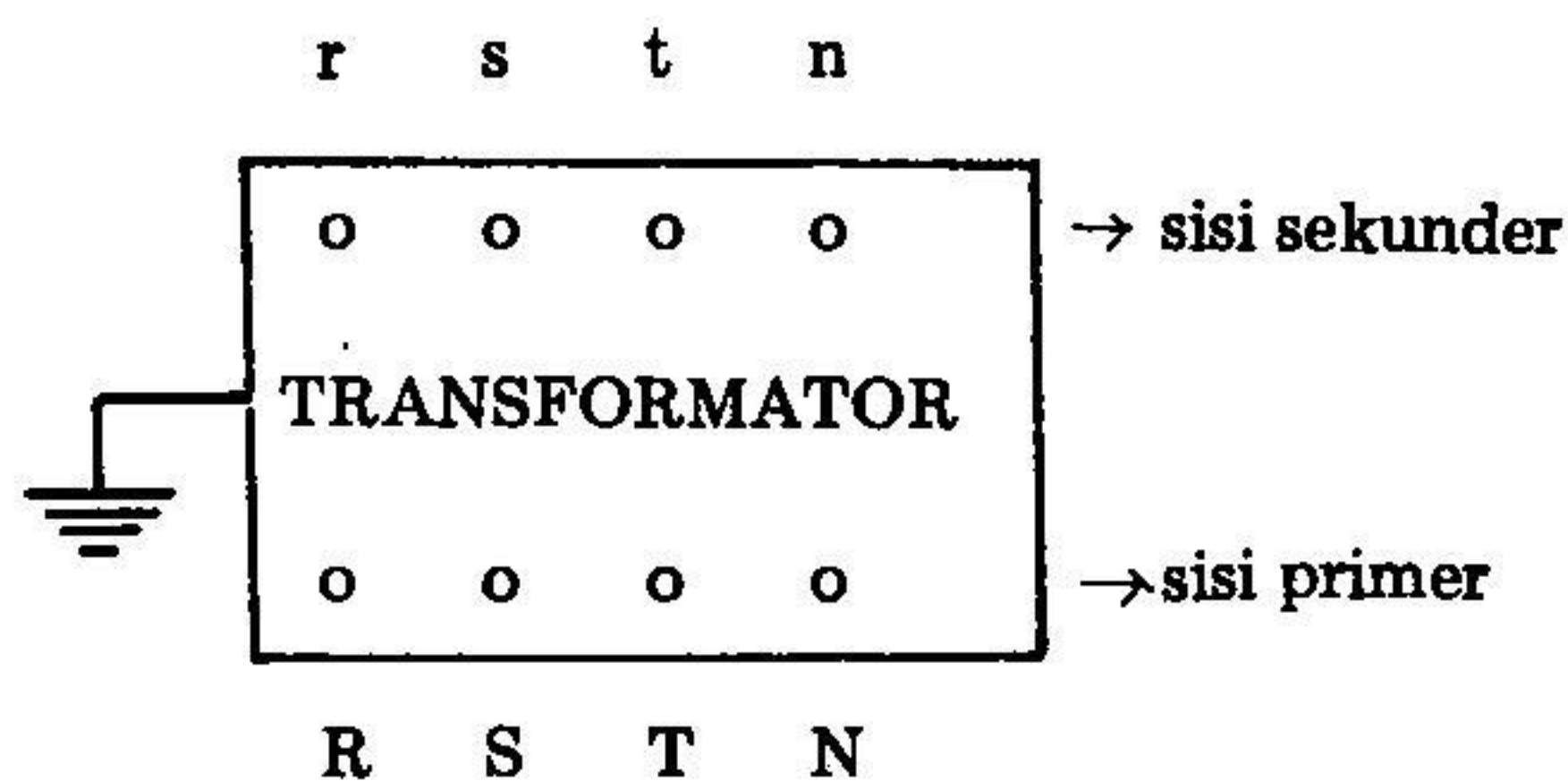
1. Macam transformator (misalnya: transformator, ototransformator).
2. Nama spesifikasi
3. Nama pabrik
4. Nomor seri (Pabrikan)
5. Tahun pembuatan

6. Jumlah fasa
7. Daya pengenal
8. Frekuensi pengenal
9. Tegangan pengenal
10. Arus pengenal
11. Lambang hubungan (kelompok vektor)
12. Tegangan impedansi pada arus pengenal (nilai pengukuran).
13. Pendinginan
14. Berat total
15. Berat minyak
16. Kenaikan suhu
17. T I D (Tingkat Isolasi Dasar).
18. Sadapan.

9.2. Penandaan Fasa dan Pentanahan

Setiap transformator harus memiliki penandaan fasa dan pentanahan yang mudah dilihat, jelas dan tidak mudah terhapus/hilang.

9.2.1. Notasi

1. Notasi urutan fasa
   Notasi urutan fasa pada transformator, dilihat dari atas (pandangan atas) harus sesuai dengan gambar berikut:

Catatan:

Huruf kode yang digunakan tidak ditentukan.
Produsen boleh menggunakan huruf-huruf lain asalkan memenuhi aturan seperti pada Gambar di atas.

2. Notasi pentanahan dengan simbul ⏚ (lihat gambar di atas).

9.2.2. Warna

Apabila urutan fasa pada butir 9.2.1. ditandai dengan warna, maka harus sesuai dengan urutan sbb.:

R	–	r	=	Merah
S	–	s	=	Kuning
T	–	t	=	Hitam
N	–	n	=	Biru Muda

10. PENGEMASAN

Transformator distribusi harus dikemas supaya terhindar dari kerusakan.